

JAPANESE PATENT OFFICE

(11) Publication number: **10200340 A**

(43) Date of publication of application: **31.07.98**

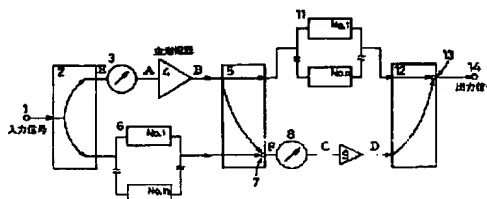
H03F 1/32

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **MAEKAWA NOBUAKI**  
**KUGO SHINICHI**  
**OKAWA SHINJI**  
**KOSUGI HIROAKI**

(57) Abstract:

**SOLUTION:** An output from a signal synthesizing part 7 is amplified through a vector adjuster 8 of a distortion detection loop through an auxiliary amplifier 9 while being mainly occupied with distortion quantity at a main amplifier 4. When the main amplifier 4 applies a high output such as 43dBm, plural filters 6 are parallelly inserted so that the characteristics of its frequency, phase and amplitude can become inverted in phase, and flattening in the phase and amplitude characteristics is attained to the frequency. On the other hand, the signal from the main amplifier 4 is transmitted through a directional coupler 5 and a filter 11 of a distortion removal loop to the signal synthesizing part of the directional coupler 12. At such a time, the plural filters 11 inverted in phase and amplitude characteristics are parallelly inserted so as to cancel the frequency characteristics of the auxiliary amplifier 9, the phase and amplitude characteristics are flattened and the distortion suppressing quantity more than 40dB can be secured.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-200340

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月31日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 3 F 1/32

識別記号

F I

H 0 3 F 1/32

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-5127

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月16日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 前川 宜章

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 久郷 伸一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 大川 晋司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松田 正道

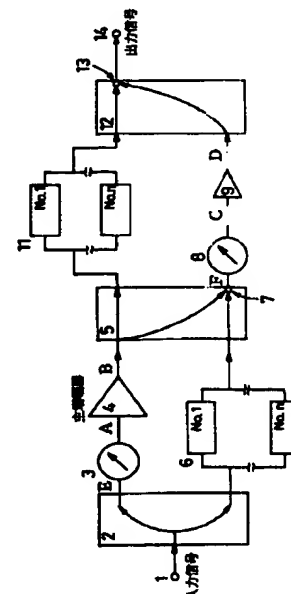
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フィードフォワード増幅器

(57) 【要約】

【課題】 小型で40dB以上の歪抑圧量を得られるフィードフォワード増幅器が従来存在しないこと。

【解決手段】 フィードフォワード増幅器として、動作させる場合、歪抑圧量を使用帯域内で30dBc以上確保するためには、振幅および位相の偏差が0.5dB以内、2度以内である必要があるので、主増幅器4の後方へ主増幅器4の周波数と位相および振幅との特性が逆相となるように、並列に複数からなるフィルタ11を挿入し、周波数に対して、位相および振幅特性の平坦化を図る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の位相器、第1の減衰器を持つ第1のベクトル調整器及び、主増幅器を有する歪検出ループと、第2の位相器および第2の減衰器を持つ第2のベクトル調整器及び、補助増幅器を有する歪除去ループと、パイロット信号発生器と、そのパイロット信号を検出するパイロット検出器とを備え、

前記歪検出ループの後に前記歪除去ループが接続され、前記主増幅器で発生した歪を前記歪検出ループにより抽出して、前記補助増幅器で増幅した後、前記主増幅器の出力に振幅逆相で再注入し、その主増幅器の歪成分を相殺して、歪補償を行うフィードフォワード増幅器であって、

前記歪検出ループ又は前記歪除去ループ内にフィルタを設け、前記フィルタを信号線に対して、並列に複数個設定したことを特徴とするフィードフォワード増幅器。

【請求項2】前記歪検出ループに複数個の前記フィルタを備え、前記歪検出ループでの前記フィルタの周波数特性を、前記ベクトル調整器および前記主増幅器の周波数の位相および振幅特性と相反する特性とすることによって、前記歪検出ループ全体の位相および振幅特性を平坦化したことを特徴とする請求項1記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項3】前記歪除去ループに複数個の前記フィルタを備え、前記歪除去ループでの前記フィルタの周波数特性を、前記ベクトル調整器および前記主増幅器の周波数の位相および振幅特性と相反する特性とすることによって、前記歪除去ループ全体の位相および振幅特性を平坦化したことを特徴とする請求項1記載のフィードフォワード増幅器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル移動通信を行う基地局に設置される送受信装置に適用され、増幅器で発生する歪を抽出して、除去するフィードフォワード増幅器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】移動体通信を行う場合、多チャンネル電波を同時に増幅するため、一般的にフィードフォワード増幅器が知られている。

【0003】図2は、従来のフィードフォワード増幅器の構成図を示す。

【0004】入力信号21は、方向性結合器22により、主増幅器24側と検出ループの遅延線26側とに分割される。

【0005】主増幅器24側では、入力信号21は、はじめにパイロット信号20を挿入し、可変位相器および可変減衰器からなるベクトル調整器23を通過し、主増幅器24で増幅される。この時、歪みが発生する。そして、方向性結合器25の信号合成部27へ伝送される。

【0006】また、検出ループ側の遅延線26は、入力信

号が遅延線26を通過して、信号合成部27へ伝送される。

【0007】この合成部27では、遅延線26と主増幅器24側との位相を180度ずらして、また、信号の振幅を同一にするために、ベクトル調整器23を調整して、信号レベルが最小になるようにする。ここでは、入力したパイロット信号20を最小になるように、ベクトル調整器23の可変位相器および可変減衰器を調整する。

【0008】従って、信号合成部27からの出力は、主増幅器24での歪量が支配的となり、歪検出ループのベクトル調整器28を通じて、補助増幅器29で増幅される。

【0009】一方、主増幅器24からの信号を方向性結合器25を通じて、歪除去ループの遅延線30を通過し、方向性結合器31の信号合成部32へ伝送される。

【0010】この信号合成部32で歪量を打ち消すように、ベクトル調整器28の位相および減衰量を調整して、最も歪まない信号を取り出すように構成される。

【0011】この歪量を最小にするために各々のベクトル調整器の位相および減衰量を自動的に調整できるようにした制御系の構成も図2に示している。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来例に示めたように、歪検出ループおよび歪除去ループに各々遅延線26、遅延線30が組み込まれている。

【0013】この線の長さは、歪検出ループのベクトル調整器23および主増幅器24側の信号ラインの時間と同一とするために、膨大な長さになっている。例えば、20～40ns前後の遅延時間となっている。これは、歪除去ループの場合と同様にさらに、主増幅器24の後の信号であるために、高出力用ケーブルの遅延線が必要である。

【0014】ケーブルを何回も巻くことで、損失分が大きくなり、効率が低下し、さらに、フィードフォワード増幅器全体の大きさを小さくする場合、非常に困難な要因である。

【0015】さらに、各々のベクトル調整器で位相および振幅を調整するが、主増幅器、補助増幅器自身が持っている周波数に対する位相および振幅の偏差分を調整仕切れない。そのために、フィードフォワード増幅器全体の歪改善量を低下しきれない場合が発生し、スプリアスとなって送出されるという問題点があった。

【0016】本発明は、このような従来のフィードフォワード増幅器の課題を考慮し、小型で40dB以上の歪抑圧量が得られるフィードフォワード増幅器を提供することを目的とする。

## 【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、第1の位相器、第1の減衰器を持つ第1のベクトル調整器及び、主増幅器を有する歪検出ループと、第2の位相器および第2の減衰器を持つ第2のベクトル調整器及び、補助増幅器を有する歪除去ループと、パイロット信号発生器と、そのパイロット信号を検出するパイロット検出器とを備

え、前記歪検出ループの後に前記歪除去ループが接続され、前記主増幅器で発生した歪を前記歪検出ループにより抽出して、前記補助増幅器で増幅した後、前記主増幅器の出力に振幅逆相で再注入し、その主増幅器の歪成分を相殺して、歪補償を行うフィードフォワード増幅器であって、前記歪検出ループ又は前記歪除去ループ内にフィルタを設け、前記フィルタを信号線に対して、並列に複数個設定したことを特徴とするフィードフォワード増幅器である。

【0018】また、本発明は、上述した歪検出ループに複数個の前記フィルタを備え、前記歪検出ループでの前記フィルタの周波数特性を、前記ベクトル調整器および前記主増幅器の周波数の位相および振幅特性と相反する特性とすることによって、前記歪検出ループ全体の位相および振幅特性を平坦化したことを特徴とするフィードフォワード増幅器である。

【0019】また、本発明は、上述した歪除去ループに複数個の前記フィルタを備え、前記歪除去ループでの前記フィルタの周波数特性を、前記ベクトル調整器および前記主増幅器の周波数の位相および振幅特性と相反する特性とすることによって、前記歪除去ループ全体の位相および振幅特性を平坦化したことを特徴とするフィードフォワード増幅器である。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

【0021】図1は本発明の第1の実施の形態におけるフィードフォワード増幅器の構成を示す。以下にその構成を作用とともに説明する。

【0022】入力信号1は、方向性結合器2により、主増幅器4側と、従来の遅延線に代わる、検出ループのフィルタ6側とに分割される。

【0023】主増幅器4側では、入力信号1は、はじめにパイロット信号10を挿入し、可変位相器および可変減衰器からなるベクトル調整器3を通過し、主増幅器4で増幅される。この時、歪みが発生する。そして、方向性結合器5の信号合成部7へ伝送される。

【0024】また、他方検出ループ側のフィルタ6は、入力信号1がフィルタ6を通過して、信号合成部7へ伝送される。

【0025】この信号合成部7では、フィルタ6と主増幅器4側との位相を180度ずらして、また、信号の振幅を同一にするために、ベクトル調整器3を調整して、信号レベルが最小になるように設定する。

【0026】例えば、入力したパイロット信号10を最小になるように、ベクトル調整器8の可変位相器および可変減衰量を調整する。

【0027】従って、信号合成部7からの出力は、主増幅器4での歪量が支配的となり、歪検出ループのベクトル調整器8を通じて、補助増幅器9で増幅される。

【0028】一方、主増幅器4からの信号を方向性結合器5を通じて、従来の遅延線に代る、歪除去ループのフィルタ11を通過し、方向性結合器12の信号合成部13へ伝送される。

【0029】この信号合成部13で歪量を打ち消すように、ベクトル調整器8の位相および減衰量を調整して、最も歪まない信号を取り出すように構成する。

【0030】ところで、線形増幅器であるフィードフォワード増幅器に用いるハイパワー用の主増幅器4などには、使用周波数帯域内で位相および出力レベルの偏差が生じ、周波数と位相および振幅特性との間に波型になるような相関性を持つ。

【0031】上記特性例を図3に示す。主増幅器4の周波数特性として、位相を(a)、振幅を(b)に示す。

(a)において、主増幅器4の出力を43dBmで動作させ、2GHzを基準周波数として、その時の位相を零度とする。1. 8GHzでは、位相角度が+5度であり、2. 2GHzでは、-5度であった。

【0032】また、図3(b)に示すように、(a)と同様に、主増幅器4の出力を43dBmで動作させ、2GHzを基準周波数として、その時の振幅値を零とする。1. 8GHzでは、振幅値+2dBであり、2. 2GHzでは、-2dBであった。

【0033】この主増幅器4の出力43dBm前後で使用するフィードフォワード増幅器において、従来の図2に示すような遅延線26および遅延線30を使用する方法では、この主増幅器の周波数特性が出力時の歪みの改善量に非常に不利に作用する。

【0034】一般的に、フィードフォワード増幅器として、動作させる場合、歪抑圧量を使用帯域内で30dBc以上確保するためには、振幅および位相の偏差が0.5dB以内、2度以内である必要がある。

【0035】例えば、周波数2GHzを中心に±200MHzの広帯域を確保するために、図3(a)、(b)に示す位相および振幅の周波数特性を極力平坦化する必要がある。この周波数特性になる主な原因は、主増幅器4にある。

【0036】そこで、そのために、主増幅器4が43dBmなどの高出力時、その周波数と位相および振幅との特性が逆相となるように、並列に複数のフィルタ6を挿入し、周波数に対して、位相および振幅特性の平坦化を図った。

【0037】すなわち、歪抑圧量向上のために、フィードフォワード増幅器回路内に位相および振幅特性の平坦化フィルタを歪検出ループ側、歪除去ループ側、各々に適した特性のものを回路内に設定する。

【0038】図4に位相および振幅特性を平坦化する構成を示す。例えば、同図(a)に示すような3段のバンドパスフィルタを並列に用いる。1つ目のバンドパスフィルタNo1を設定し、通過帯域幅を2.0GHzから

2. 2GHzのものを利用する。次に、2つ目のバンドパスフィルタN<sub>o</sub>2を設定し、通過帯域幅を1.9GHzから2.1GHzであり、その通過帯域の振幅損失は、N<sub>o</sub>1フィルタの通過帯域の振幅損失よりも0.5dB大きく減衰するものを設定する。

【0039】また、3つ目のバンドパスフィルタN<sub>o</sub>3を設定し、通過帯域幅を1.8GHzから2.0GHzであり、その通過帯域の振幅損失は、N<sub>o</sub>2フィルタの通過帯域の振幅損失よりも0.5dB大きく減衰するものを設定する。この時の振幅特性を図示したものを(c)に示す。この上記フィルタを各並列に構成した時の周波数特性を(d)に示す。このように高周波ほど信号が減衰しない特性および位相が主増幅器4の逆位相が得られている。この3段構成のフィルタ6を図2のフィードフォワード増幅器の遅延線26と置き換えると、検出ループの位相および振幅を平坦化できる。

【0040】この構成は、上記では3段構成であったが、それ以上でも以下でも位相および振幅が検出ループの特性を打ち消し、平坦化できれば可能である。従って、段数をn段(n $\geq$ 1)で構成可能である。

【0041】上記フィルタの構成例を歪検出ループで説明したが、歪除去ループでも同様に行える。すなわち、補助増幅器9の周波数特性を打ち消すように、補助増幅器9の周波数と位相および振幅との特性が逆相となるように、並列に複数のフィルタ11を挿入し、周波数に対して、位相および振幅特性の平坦化を図った。

【0042】また、本実施の形態では、主増幅器の出力パワーを43dBmとしたが、46dBmでも同様の結果が行え、従って、40W以上でも対応可能である。

【0043】上記実施の形態では、図1に示す位置にフィルタを設定したが、例えば、位相、振幅調整用として、主増幅器4の前後であるA、Bの位置、補助増幅器9の前後であるC、Dの位置、また、ベクトル調整器3の前後であるE、Aの位置、および8の前後であるF、Cの位置に挿入しても、出力信号14の歪量を最小にすることが可能である。

【0044】また、この歪量を最小にするために各々のベクトル調整器の位相および減衰量を自動的に調整できる。

【0045】

【発明の効果】以上のように、本発明のフィードフォワード増幅器では、出力パワーが10W以上の場合でも、可変位相器および可変減衰器で制御しきれない周波数特性を得るために、フィルタを用いて2GHz以上の高周波

数でも、60MHz以上の帯域幅で、歪抑圧量40dBc以上を確保することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態におけるフィードフォワード増幅器の構成を示す図である。

【図2】従来例におけるフィードフォワード増幅器の構成を示す図である。

【図3】主増幅器の位相および振幅特性を示す図である。

【図4】フィルタの位相および振幅特性を示す図である。

(a) フィルタの3段構成図

(b) フィルタのn段構成図

(c) フィルタの3段構成時の周波数通過振幅特性

(d) フィルタの振幅特性

【符号の説明】

1…入力信号

2…方向性結合器

3…ベクトル調整器

4…主増幅器

5…方向性結合器

6…フィルタ

7…信号合成部

8…ベクトル調整器

9…補助増幅器

10…パイロット信号

11…フィルタ

12…方向性結合器

13…信号合成部

14…出力信号

20…パイロット信号

21…入力信号

22…方向性調整器

23…ベクトル調整器

24…主増幅器

25…方向性結合器

26…遅延線

27…信号合成部

28…ベクトル調整器

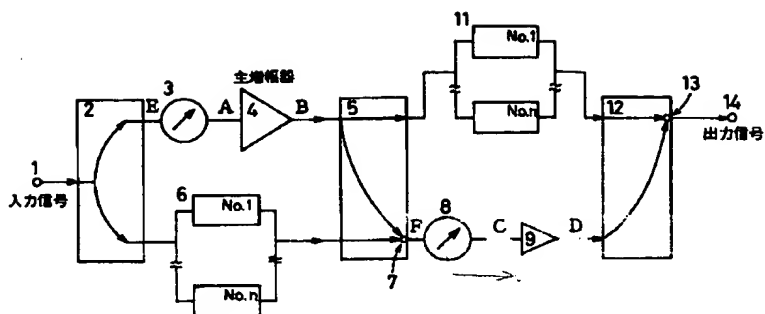
29…補助増幅器

30…遅延線

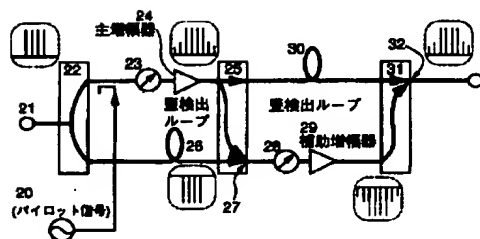
31…信号合成部

32…出力信号

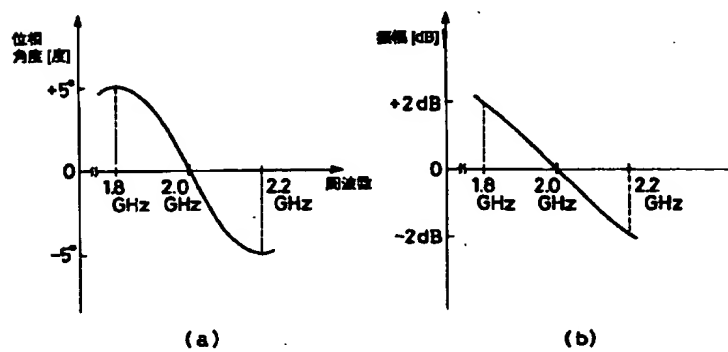
【図1】



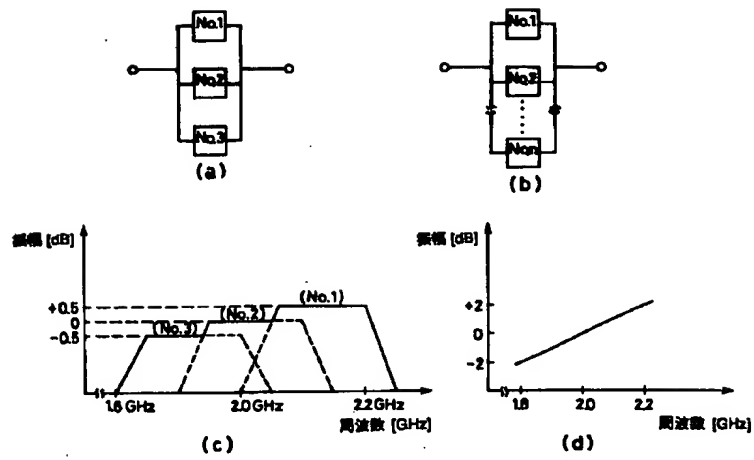
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 小杉 裕昭  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内